

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 750 379**

51 Int. Cl.:

H01L 31/048 (2014.01)
B32B 17/10 (2006.01)
B32B 37/10 (2006.01)
B32B 37/12 (2006.01)
B32B 38/00 (2006.01)
C09J 175/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.03.2013 PCT/EP2013/056310**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.10.2013 WO13144095**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.03.2013 E 13711705 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.07.2019 EP 2831923**

54 Título: **Uso de resinas de poliuretano curables con radiación UV para la fabricación de láminas solares**

30 Prioridad:

27.03.2012 EP 12161382

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

25.03.2020

73 Titular/es:

**COVESTRO DEUTSCHLAND AG (100.0%)
 Kaiser-Wilhelm-Allee 60
 51373 Leverkusen, DE**

72 Inventor/es:

**ROTHE, BERND;
 GESCHKE, JENS;
 ACHTEN, DIRK;
 KUCZEWSKI, HELMUT y
 FISCHER, WOLFGANG**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 750 379 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Uso de resinas de poliuretano curables con radiación UV para la fabricación de láminas solares

5 La presente invención se refiere al uso de una composición de resina curable con radiación para la fabricación de láminas solares, a un procedimiento para la generación de una lámina solar con ayuda de la composición de resina según la invención, así como a una lámina solar que puede fabricarse según este procedimiento.

10 Celdas solares o plantas fotovoltaicas incluyen semiconductores que se usan para la conversión de luz en electricidad. Estas se describen en lo sucesivo en términos generales como celdas solares. Bajo la radiación de luz normalmente las celdas solares generan una diferencia de potencial entre extremos opuestos de la celda solar, lo cual es un resultado de un flujo de electrones, el cual se genera por la radiación de luz. La magnitud del potencial depende de la intensidad de la luz que incide sobre la celda solar.

Las celdas solares pueden fabricarse a partir de materiales semiconductores de diferentes tipos, por ejemplo, de silicio monocristalino o policristalino o en forma de celdas de capa delgada de silicio amorfo o semicristalino, arseniuro de galio, diseleniuro de cobre-indio, telururo de cadmio, diseleniuro de cobre, indio, galio o mezclas de estos.

15 Fundamentalmente se distinguen entre dos tipos diferentes de celdas solares, más precisamente: celdas solares a base de ondulado (waver), por un lado, y celdas solares de película delgada, por el otro. Un waver es una capa delgada de material semiconductor que se corta de un cilindro monocristalino o policristalino mediante un procedimiento de aserrado. En contraste con esto, las celdas solares de capa delgada se basan en capas de un material semiconductor depositadas sobre un sustrato, en cuyo caso la deposición se genera, por ejemplo, mediante
20 pulverización catódica, PVD (physical vapor deposition o deposición de vapor física), CVD (chemical vapor deposition o deposición de vapor química) o técnicas similares.

25 De manera independiente de la fabricación, las celdas solares basadas tanto en waver, como también en capa delgada son mecánicamente susceptibles y por esta razón se combinan con una capa de soporte para uso como celdas solares. Esta capa de soporte, la cual es para refuerzo mecánico (por ejemplo, aseguramiento frente a incidentes de doblado o de impacto), puede ser un material rígido como, por ejemplo, una placa de vidrio, o un material flexible como una película metálica o capas hechas de material plástico adecuado, por ejemplo, láminas de poliamida.

30 Un módulo de celda solar o un módulo fotovoltaico (en lo sucesivo denominado módulo de celda solar) comprende una celda solar individual o una disposición plana de celdas solares conectadas entre sí sobre una capa de soporte. Los módulos de celdas solares normalmente se encapsulan para proteger las celdas individuales frente a la acción de influencias perturbadoras. En tal caso, la capa de refuerzo mecánico de un módulo de celda solar puede tomar la forma, por ejemplo, de una capa cubierta transparente. Sin embargo, asimismo es posible proporcionar la capa de refuerzo mecánico sobre el lado posterior del módulo de celda solar. Frecuentemente también se combinan entre sí estas dos posibilidades de modo que los módulos de celda solar comprenden una capa de cubierta estabilizante de
35 manera mecánica y un sustrato estabilizante de manera mecánica.

Frecuentemente se unen entre sí series de módulos de celdas solares para formar las llamadas células solares. En tal caso se unen varios módulos de celdas solares entre sí de manera que se generen tensiones adecuadas para suministrar la tensión requerida a las plantas eléctricas.

40 En general se fabrican módulos de celdas solares mediante conexiones eléctricas de las celdas solares individuales entre sí y laminación de las celdas unidad de esta manera entre una capa de cubierta y un sustrato. En tal caso, la laminación se realiza de manera que se asegura no sólo una estabilidad mecánica suficiente para los módulos de celdas solares, sino que estas se protejan también de influencias ambientales como el viento, la nieve, la lluvia, la suciedad y similares.

45 Los módulos de celdas solares a base de waver se fabrican normalmente con una capa cubierta transparente que se fija por lo regular por medio de una capa de pegamento. Por consiguiente, la luz pasa a través tanto de la capa superior, como también de la capa de pegamento, antes de que alcance la superficie semiconductor del waver. La capa protectora mecánica del lado posterior se asegura igualmente con una o varias capas de un material de encapsulamiento sobre el lado posterior del waver.

50 En el estado de la técnica se conoce una gran cantidad de diferentes materiales de encapsulamiento para módulos de celdas solares. De esta manera se usan, por ejemplo, copolímeros de etileno-acetato de vinilo (EVA), Tedlar® de Dupont y láminas de poliuretano termoplástico, así como uretanos curables con UV. Los materiales de encapsulamiento se usan de manera típica como una película para laminar entre sí los componentes antes mencionados de las celdas solares. Los materiales antes mencionados, así como los procedimientos, son conocidos por la publicación US 4,331,494, por ejemplo. También son conocidos los polímeros a base de acrilatos para la
55 preparación de capas resistentes a la intemperie, tal como se describen en la publicación US 4,374,995, por ejemplo. Aparte de esto, también es conocido el empleo de módulos de celdas solares mediante la aplicación de

curado de prepolímeros a base de acrilatos. Esto se describe, por ejemplo, en la publicación US 4,549,033. Por las publicaciones US 6,320,116 y EP 0 406 814 A1 se conocen otros sistemas de encapsulamiento para celdas solares o sistemas fotovoltaicos.

5 Aparte de esto, en la publicación WO 2009/007786 A2 se describe un pegamento para laminado que incluye un prepolímero a base de siloxano. Al usar un pegamento de este tipo se origina una película de resina de silicona con la cual el material semiconductor y las capas de cubierta se unen entre sí.

10 Un material similar es conocido por la publicación WO 2005/006451 A1. En este documento se describe un material de encapsulamiento para celdas solares el cual presenta un diorganopolisiloxano con al menos dos grupos de silicio-alquenilo por molécula. Este prepolímero se aplica sobre los componentes de la celda solar que van a unirse entre sí y se curan térmicamente o mediante radiación infrarroja.

15 Los procedimientos antes mencionados están asociados con diferentes desventajas. De esta manera, las láminas de etileno-acetato de vinilo antes mencionadas, empleadas para la fabricación de láminas para módulos solares se insertan primero entre las capas que van a pegarse. A continuación, esta estructura de capas se calienta al vacío a aproximadamente 140 °C en el transcurso hasta de 40 minutos para lograr una resistencia de ensamblaje suficiente. En tal caso, la lámina de EVA se funde y después de enfriar fija el composite de capas. Este procedimiento basado en vacío es complejo, por un lado y, además, un calentamiento de los módulos de celdas solares a 140 °C representa un perjuicio para los componentes semiconductores, el cual puede tener un efecto desventajoso en la durabilidad y la eficiencia de las celdas solares. Los pegamentos que contienen siloxano son comparativamente caros y no poseen una adhesión suficiente sobre todos los sustratos.

20 La publicación US 8,034,455 B2 describe el uso de composiciones curables con UV que pueden usarse para el recubrimiento de módulos solares. La publicación US 8,034,455 B2 no indica si o cómo pueden usarse composiciones curables con UV para pegar módulos solares de modo que se logre una adhesión suficiente entre las capas individuales incluso en las áreas sombreadas. La publicación JP 2011 071387 A describe una capa protectora del lado posterior para un módulo de celdas solares que se compone de al menos una capa protectora (A), una capa de imprimación (B), una capa a base de poliéster (C) y un sustrato (D) hecho de un polímero termoplástico. En la capa protectora del lado posterior se forma la capa protectora externa (A) mediante reticulación de curado de una resina curable mediante radiación, en cuyo caso la capa de imprimación (B) se compone de una resina de poliuretano (P) que se preparan mediante reticulación y curado de un prepolímero a base de uretano con un agente de reticulación a base de isocianato.

30 A partir del estado de la técnica antes mencionado, el objetivo de la presente invención consiste en proporcionar una composición de resina que sea adecuada para la fabricación de láminas solares en procedimientos continuos, fácilmente realizables, en cuyo caso la composición de resina conduce a una buena adhesión en todas las regiones entre las capas individuales de la lámina solar.

35 Este objetivo se logra según la invención usando una composición de resina capaz de curarse con radiación, la cual comprende al menos un compuesto con funcionalidad isocianato que comprende un grupo curable mediante radiación y se selecciona del grupo compuesto por grupos de vinilo, propenilo, alilo, éter vinílico, maleinilo, fumarilo, maleinimida, dicitlopentadienilo, acrilamida y (met)acrilato, (componente A) y al menos un poliol (componente B) para la fabricación de láminas solares que comprenden al menos una celda solar con un lado anterior, un lado posterior y contactos de la parte posterior conectados allí, así como una lámina en la parte posterior, donde la composición capaz de curar mediante radiación presenta al menos un iniciador (componente E).

"(Met)acrilato" se refiere en el contexto de esta invención a las correspondientes funciones de acrilato o metacrilato o una mezcla de ambas.

45 El documento WO 2013/030062 A1 publicado posteriormente se refiere a un módulo solar que comprende una primera capa, una celda solar dispuesta encima de la primera capa y una segunda capa dispuesta sobre la celda solar. La primera y/o la segunda capa comprenden un material composite de fibras que comprende un polímero de poliuretano, de preferencia alifático, reticulado térmicamente y por medio de radiación electromagnética. El material de las fibras del material composite de fibras es transparente al menos en la región de la luz visible. Además, el documento se refiere al uso de un módulo solar de este tipo ya un procedimiento para su fabricación.

50 El artículo indefinido "uno", "una" no ha de entenderse como una limitación numérica, sino como "al menos uno" o "al menos una", siempre y cuando esto no se excluya de manera explícita.

55 En el contexto de la presente invención, grupos curables mediante radiación son grupos funcionales que reaccionan por la acción de radiación actínica mediante polimerización. Por radiación actínica se entiende radiación electromagnética ionizantes, principalmente rayo de electrones, rayos UV, así como luz visible (Roche Lexikon Medizin, 4ª edición; editorial Urban & Fischer Verlag, Múnich 1999). En el contexto de la presente invención, por grupos que reaccionan bajo el efecto de radiación actínica con compuestos etilénicamente insaturados por medio de polimerización (grupos curables con radiación) se entienden grupos de vinilo, propenilo, alilo, éter vinílico, maleinilo, fumarilo, maleinimida, dicitlopentadienilo, acrilamida y (met)acrilato, en cuyo caso estos son preferiblemente grupos de éter vinílico y/o (met)acrilato, de modo particularmente preferido grupos (met)acrilato.

De manera sorprendente se ha encontrado que usando una composición de resina curable por radiación del tipo antes mencionado puede omitirse un calentamiento en la etapa de laminación, por lo cual se simplifica ostensiblemente el ensamblaje de los diferentes componentes. De esta manera, las composiciones usadas de acuerdo con la invención pueden tratarse a temperatura ambiente, por ejemplo, por lo cual no solamente se ahorra energía térmica, sino también se omite la sobrecarga de los módulos de las celdas solares durante la fabricación debido a un gran calentamiento.

La composición de resina usada de acuerdo con la invención puede curar, por ejemplo, por la acción de radiación actínica; de ser necesario también mediante activación térmica. Para este propósito, en calidad de componente E), a la composición se agrega un iniciador correspondiente, el cual, en el procedimiento deseado, está en capacidad de iniciar una polimerización, principalmente de los enlaces dobles de los componentes C) y/o D). Las sustancias y las cantidades de uso requeridas para esto son conocidas por el experto en la materia. Si ha de usarse radiación de alta energía, como radiación de electrones, por lo regular no debe agregarse iniciador.

En una forma preferida de realización, la presente invención se refiere, por lo tanto, al uso de una composición de resina curable por radiación, la cual comprende al menos un compuesto con funcionalidad isocianato que presenta al menos un grupo curable por radiación, seleccionado del grupo compuesto por grupos de vinilo, propenilo, alilo, éter vinílico, maleinilo, fumarilo, maleinimida, dicitropentadienilo, acrilamida y (met)acrilato (componente A), al menos un poliol (componente B), al menos un acrilato de uretano insaturado, el cual no portan grupos isocianato, (componente C), y al menos un componente (met)acrilato (componente D) para la fabricación de láminas solares.

En una forma particularmente preferida de realización, la presente invención también se refiere, por lo tanto, al uso de una composición de resina curable por radiación la cual comprende al menos un compuesto con funcionalidad de isocianato, el cual presenta al menos un grupo curable por radiación seleccionado del grupo compuesto por grupos de vinilo, propenilo, alilo, éter vinílico, maleinilo, fumarilo, maleinimida, dicitropentadienilo, acrilamida y (met)acrilato, (componente A),

al menos un poliol (componente B),

al menos un acrilato de uretano insaturado que no lleva grupos isocianato, (componente C), al menos un componente (met)acrilato (componente D) y

al menos un iniciador (componente E) para la fabricación de láminas solares.

De una manera preferida, la composición de resina usada según la invención está libre de disolventes con un punto de ebullición < 150 °C, principalmente < 200 °C. Por esto se entiende que, como máximo, se encuentran contenidas trazas de tales sustancias, por ejemplo, de máximo 0,5 % en peso con respecto a la composición de resina, principalmente máximo 0,1 % en peso.

Los compuestos con funcionalidad isocianato que pueden emplearse según la invención se componen, por ejemplo, de poliisocianatos, donde una parte de los grupos NCO presentes originalmente han reaccionado con compuestos con funcionalidad hidroxilo que presentan grupos funcionales seleccionados del grupo compuesto por grupos de vinilo, propenilo, alilo, éter vinílico, maleinilo, fumarilo, maleinimida, dicitropentadienilo, acrilamida y (met)acrilato, de modo que el compuesto con funcionalidad isocianato porta grupos de vinilo, propenilo, alilo, éter vinílico, maleinilo, fumarilo, maleinimida, dicitropentadienilo, acrilamida y/o (met)acrilato, así como grupos isocianato.

Como poliisocianatos se emplean normalmente poliisocianatos aromáticos, alifáticos y cicloalifáticos con un peso molecular promedio de número por debajo de 800 g/mol. Por ejemplo, son adecuados diisocianatos de la serie de diisocianato de 2,4-/2,6-tolueno (TDI), diisocianato de metilendifenilo (MDI), triisocianatononano (TIN), diisocianato de naftilo (NDI), 4,4'-diisocianatodicitrohexilmetano, 3-isocianatometil-3,3,5-trimetilciclohexilisocianato (diisocianato de isofozona = IPDI), diisocianato de tetrametileno, diisocianato de hexametileno (HDI), diisocianato de 2-metilpentametileno, diisocianato de 2,2,4-trimetilhexametileno (THDI), diisocianato de dodecametileno, 1,4-diisocianato-ciclohexano, 4,4'-diisocianato-3,3'-dimetil-dicitrohexilmetano, 4,4'-diisocianatodicitrohexilpropano-(2,2), 3-Isocianatometil-1-metil-1-isocianatociclohexano (MCI), 1,3-diisocianato-4-metil-ciclohexano, 1,3-diisocianato-2-metil-ciclohexano y diisocianato de α, α', α' -tetrametil-m- o -p-xilileno (TMXDI), así como mezclas compuestas por estos compuestos.

Materiales de partida preferidos para la preparación de los compuestos con funcionalidad isocianato son diisocianato de hexametileno (HDI), diisocianato de isofozona (IPDI) y/o 4,4'-diisocianatodicitrohexilmetano.

Igualmente son adecuados como poliisocianatos los productos de reacción de los isocianatos antes mencionados consigo mismos o entre sí para dar lugar a uretdionas o isocianuratos. A manera de ejemplo pueden mencionarse Desmodur® N3300, Desmodur® N3400 o Desmodur® N3600 (todos de Bayer MaterialScience, Leverkusen, Alemania). Además, también son adecuados derivados de isocianatos como alofanatos o biuretas. A manera de ejemplo pueden mencionarse Desmodur® N100, Desmodur® N75MPA/BA o Desmodur® VPLS2102 (todos de Bayer MaterialScience, Leverkusen, Alemania).

Ejemplos de compuestos que contienen grupos hidroxilo, que presentan grupos curables con radiación, son 2-hidroxietil(met)acrilato, polióxido de etileno-mono(met)acrilato (por ejemplo PEA6 / PEM6; Laporte Performance Chemicals Ltd., Reino Unido), polióxido de propileno-mono(met)acrilato (por ejemplo PPA6, PPM5S; Laporte Performance Chemicals Ltd., Reino Unido), polióxido de alquileno-mono(met)acrilato (por ejemplo PEM63P, Laporte Performance Chemicals Ltd., Reino Unido), poli(ϵ -caprolactona)mono(met)-acrilatos como, por ejemplo Tone M100@ (Dow, Schwalbach, Alemania), 2-hidroxipropil(met)acrilato, 4-hidroxibutil(met)acrilato, éter hidroxibutilvinílico, 3-hidroxi-2,2-dimetilpropil(met)acrilato, los mono-, di-, o poliácridatos, tan superiores como sea posible, por ejemplo, di(met)acrilato de glicerina, di(met)acrilato de trimetilolpropano, tri(met)acrilato de pentaeritritol o penta(met)acrilato de dipentaeritritol que son accesibles por reacción de alcoholes polihídricos, opcionalmente alcoxilados, como trimetilolpropano, glicerina, pentaeritritol, dipentaeritritol.

Aparte de eso, como tales compuestos OH-funcionales que presentan grupos curables mediante radiación en la uretanización también pueden emplearse los productos de reacción de ácidos que contienen enlace doble con compuestos epóxicos que contienen opcionalmente enlace doble, como los productos de reacción de ácido (met)acrílico con (met)acrilato de glicidilo o bisfenol-A-éter de diglicidilo.

El compuesto con funcionalidad isocianato que comprende al menos un grupo curables mediante radiación se selecciona del grupo compuesto por grupos de éter vinílico, maleinilo, fumarilo, maleinimida, dicitropentadienilo, acrilamida y (met)acrilato es preferiblemente un acrilato de uretano con funcionalidad de isocianato. Por un acrilato de uretano se entienden aquellos compuestos que presentan al menos un grupo isocianato y al menos un grupo acrilato por molécula. Este tipo de sistemas son conocidos *per se* y poseen la propiedad de polimerizarse por radicales libres tanto por medio de una reacción de NCO/OH con polioles o poliaminas, como también mediante la función acrilato por medio de luz UV o radiación de electrones. Puesto que en el caso de estos compuestos surten efecto dos mecanismos diferentes de polimerización, las composiciones que contienen tales compuestos también se denominan sistemas "dual-cure".

Los acrilatos de uretano con funcionalidad isocianato que pueden emplearse según la invención se componen, por ejemplo, de poliisocianatos, donde una parte de los grupos NCO originalmente presentes ha reaccionado con acrilatos, metacrilatos hidroxifuncionales, de modo que la molécula porta grupos (met)acrilato terminales, así como grupos isocianato.

En tal caso, como compuesto de partida para acrilatos de uretano con funcionalidad isocianato se toman en consideración di- o triisocianatos monoméricos. Ejemplos de poliisocianatos monoméricos adecuados son diisocianato de 1,5-naftileno, diisocianato de 2,2', 2,4- y/o 4,4'-difenilmetano (MDI), MDI hidrogenado (H12MDI), diisocianato de xilileno (XDI), diisocianato de tetrametilxilileno (TMXDI), diisocianato de 4,4'-difenildimetil-metano, diisocianato de 4,4'-dibencilo, diisocianato de 1,3-fenileno, diisocianato de 1,4-fenileno, diisocianatos de tolueno (TDI), 1-metil-2,4-diisocianato-ciclohexano, 1,6-diisocianato-2,2,4-trimetilhexano, 1,6-diisocianato-2,4,4-trimetilhexano, 1 -isocianatometil-3 - isocianato-1,5,5-trimetilciclohexano (IPDI), 1,4-diisocianato de tetrametoxibutano, 1,6-diisocianato de hexano (HDI), diisocianato de dicitlohexilmetano, 1,4-diisocianato de ciclohexano, diisocianato de etileno, diisocianato de trimetilhexametileno, 1,4-diisocianatobutano, 1,12-diisocianatododecano, diisocianato de ácido graso dimérico, o uretdionas, biuretas o isocianuratos de diisocianatos. También pueden usarse trímeros de isocianato, tal como se describen, por ejemplo, en la publicación EP 1 002 818 B1, cuya divulgación se incorpora la presente solicitud por referencia.

Como acrilatos, metacrilatos hidroxifuncionales se emplean en principio todos los compuestos concebibles de este tipo. Los compuestos contienen al menos un éster hidroxifuncional monovalente del ácido (met)acrílico. Por estos han de entenderse tanto un éster del ácido acrílico o el ácido metacrílico que presenta un grupo hidroxilo libre con dos alcoholes dihidricos como, por ejemplo, (met)acrilato de 2-hidroxietilo, 2- o 3-hidroxipropilo o 2-, 3- o 4-hidroxibutilo, como también mezclas cualesquiera de compuestos de este tipo. Además, también se toman en consideración alcoholes monohídricos que presentan grupos de (met)acrilato o productos de reacción que se componen esencialmente de alcoholes de este tipo los cuales se obtienen mediante esterificación de alcoholes n-hídricos con ácido (met)acrílico de manera que n representa un número entero o fraccionario en promedio estadístico superior a 2 hasta 4, de preferencia 3, y en cuyo caso por mol de los alcoholes mencionados se emplean de (n-0,8) a (n-1,2), de preferencia (n-1) moles de ácido (met)acrílico. A estos compuestos o mezclas de productos pertenecen, por ejemplo, los productos de reacción de glicerina, trimetilolpropano y/o pentaeritritol de productos de alcoxilación con bajo peso molecular de alcoholes de este tipo como, por ejemplo, trimetilolpropano etoxilado o propoxilado, como, por ejemplo, el producto de adición de óxido de etileno a trimetilolpropano con el número OH 550 o de mezclas cualesquiera de este tipo de alcoholes al menos trihidricos con alcoholes dihidricos como, por ejemplo, etilenglicol o propilenglicol con (ii) ácido acrílico en la proporción molar mencionada.

Para la generación de acrilatos de uretano que pueden emplearse según la invención es igualmente posible partir de un compuesto polimérico seleccionado del grupo compuesto por poliéster(met)acrilatos, poliéter(met)acrilatos, poliéster(met)acrilatos, poliésteres insaturados con unidades estructurales de éter alílico y poliepoxi(met)acrilatos. Este compuesto polimérico, en forma el esqueleto del polímero y se hace reaccionar con poliisocianatos para la generación del acrilato de uretano. Los grupos isocianato de los acrilatos de uretano pueden hacerse reaccionar luego a su vez, en caso de desearse, con compuestos monoméricos que tienen respectivamente una función hidroxilo y al menos un grupo de (met)acrilato, por lo cual se generan grupos acrilato terminales. Si sólo

se hace reaccionar una parte de los grupos isocianato, se obtienen acrilatos de uretano con funcionalidad isocianato. Si los grupos isocianato se hacen reaccionar completamente se genera un acrilato de uretano insaturado.

5 En una configuración particular de la composición de resina usada según la invención, el acrilato de uretano con funcionalidad de isocianato posee una funcionalidad de NCO de 0,8 a 6, preferiblemente en 1 a 4, más preferiblemente 1,2 a 3, de modo muy particularmente preferible 1,5 a 2,5 y principalmente 2. Esto es particularmente ventajoso porque de esta manera puede generarse una buena adhesión sobre diferentes materiales como plásticos, metales y vidrio.

10 En cuanto se refiere a la funcionalidad de doble enlace del acrilato de uretano con funcionalidad de isocianato, esta puede variar en amplios intervalos. De preferencia, la funcionalidad de enlace doble es de 0,5 a 6, preferiblemente de 1 a 4, más preferiblemente de 1,5 a 3. La funcionalidad de enlace doble se define en este caso como la cantidad media estadística de enlaces dobles por molécula del acrilato de uretano con funcionalidad de isocianato.

De otra manera más preferida, el acrilato de uretano con funcionalidad isocianato presenta un peso molecular medio de 150 a 5000, principalmente de 300 a 2500.

15 Además, la composición de resina usada según la invención contiene al menos un poliol (componente B). Para este propósito pueden emplearse cada poliol que se conozca en el estado de la técnica, por ejemplo, para la preparación de polímeros de poliuretano. Para esto se toman en consideración principalmente polioles de poliéter, polioles de poliéster, polioles de poliéter-poliéster, polioles de policarbonato, polioles de poliéster-carbonato o polioles de poliéter-carbonato. Otros ejemplos son polioles y alcoholes alifáticos con 1-6 grupos OH por molécula y 2 a aproximadamente 30 átomos de C. Polioles alifáticos adecuados son, por ejemplo, etilenglicol, propanodiol-1,2 o -
20 1,3, butanodiol-1,4, butanodiol-1,3, butanodiol-2,3, butenodiol-1,4, pentanodiol-1,5, pentenodiol-1,6, octanodiol-1,8, dodecanodiol y homólogos superiores, isómeros y mezclas de tales compuestos. Igualmente son adecuados los alcoholes de alta funcionalidad como, por ejemplo, glicerina, trimetilolpropano, pentaeritritol o alcoholes de azúcar como sorbitol o glucosa, así como éteres oligoméricos o productos de reacción con óxido de etileno o de propileno. Aparte de esto, pueden emplearse los productos de reacción de alcoholes polifuncionales de
25 bajo peso molecular con óxidos de alquileo, los llamados polioles de poliéter. Los óxidos de alquileo presentan de preferencia dos a aproximadamente cuatro átomos de C. Son adecuados, por ejemplo, los productos de reacción de etilenglicol, propilenglicol, glicerina, trimetiloletano o trimetilolpropano, pentaeritritol con óxido de etileno, óxido de propileno u óxido de butileno o mezclas de los mismos. Los alcoholes mencionados pueden ser también, ellos mismos, "dual- funcionales", es decir que también pueden tener enlaces dobles insaturados y grupos hidroxilo, en
30 cuyo caso el enlace doble puede obtenerse, por ejemplo, mediante esterificación parcial con ácido acrílico o reacción con di- o poliisocianatos y reacción subsiguiente, como se ha descrito antes, con portadores de enlace doble hidroxifuncionales.

35 El peso molecular de los polioles puede variar en amplios intervalos. De preferencia, el peso molecular (M_N) de los polioles se encuentra en aproximadamente 50 a 5000 g/mol (peso molecular promedio de número, M_N , tal como puede determinarse mediante GPC), principalmente de 150 a 2500 g/mol. Tales polioles son conocidos por el experto en la materia y pueden obtenerse comercialmente.

El poliol se caracteriza principalmente por una funcionalidad OH de 1 a 6, preferiblemente 1,5 a 5, más preferiblemente 1,7 a 4, de modo particularmente preferible 1,8 a 3,5 y muy particularmente preferible 2.

40 En el contexto de la presente invención se prevé que la composición de resina presente de manera opcional un acrilato de uretano insaturado (componente C). Por lo tanto, este se diferencia del acrilato de uretano con funcionalidad isocianato en que no porta grupos NCO libres. Los acrilatos de uretano insaturados empleado según la invención, tal como también los acrilatos de uretano con funcionalidad de isocianato, también se componen de un isocianato polifuncional, donde en caso de los acrilatos de uretano insaturados, todos los grupos isocianato han reaccionado con un acrilato o metacrilato hidroxifuncional. También puede aplicarse la alternativa descrita
45 anteriormente en el caso de acrilatos de uretano con funcionalidad de isocianato, con una columna vertebral polimérica de poliéster(met)acrilatos, polieter(met)acrilatos, polieteréster(met)acrilatos, poliésteres insaturados con unidades estructurales de éter alílico y poliepoxi(met)acrilatos.

50 En lo que se refiere a los isocianatos polifuncionales que pueden emplearse para los acrilatos de uretano insaturados, se toman en consideración fundamentalmente los mismos compuestos que se indican previamente con respecto a los acrilatos de uretano con funcionalidad de isocianato.

55 De preferencia, los isocianatos polifuncionales para los acrilatos de uretano insaturados se seleccionan de los isocianatos alifáticos polifuncionales. Por lo tanto, en otras palabras, se prefiere un acrilato de uretano alifático insaturado como componente C). Estos compuestos se prefieren particularmente porque después del curado mejoran la flexibilidad de la composición usada de acuerdo con la invención. Esto es particularmente importante al usar como pegamento de laminación para celdas solares porque de esta manera se mejora la inmunidad a impactos y choques. Además, gracias a la flexibilidad mejorada se impide una delaminación de las capas individuales de la celda solar causada por un estrés debido a una temperatura constantemente variable.

En otra configuración de la invención, el acrilato de uretano insaturado presenta una fracción de grupos OH. La funcionalidad de OH por lo regular es baja y puede ser, por ejemplo, de 0,01 a 1, preferiblemente de 0,05 a 0,8, más preferiblemente de 0,08 a 0,6, de modo muy particularmente preferible de 0,09 a 0,5 y principalmente de 0,1. Estos grupos OH se encuentran disponibles igualmente para una reacción con grupos NCO.

- 5 De otra manera preferida, el acrilato de uretano insaturado presenta un peso molecular medio de 200 a 3000, principalmente de 300 a 2000.

La funcionalidad de enlace doble del acrilato de uretano insaturado puede variar en intervalos amplios. De preferencia, la funcionalidad de enlace doble es de 1 a 6, preferiblemente de 2 a 5, más preferiblemente de 2,5 a 4. La funcionalidad de enlace doble se define en este caso como la cantidad media estadística de enlaces dobles por molécula del acrilato de uretano insaturado.

Las composiciones de resina usadas según la invención se caracterizan además por la presencia adicional de un componente (met)acrilato (componente D). Este componente (met)acrilato puede seleccionarse de metacrilatos alifáticos y/o aromáticos. Los (met)acrilatos de alquilo que pueden emplearse son, por ejemplo, (met)acrilatos insaturados, mono funcionales, lineales o ramificados de alcoholes alquílicos no terciarios cuyos grupos alquilo presentan 4 a 14 y principalmente 4 a 12 átomos de carbono. Ejemplos de tales acrilatos de alquilo inferiores son acrilatos y metacrilatos de n-butilo, n-pentilo, n-hexilo, ciclohexilo, isoheptilo, n-nonilo, n-decilo, isohexilo, isobornilo, 2-etiloctilo, isooctilo, 2-etilhexilo, tetrahidrofurfurilo, etoxietoxietilo, fenoxietilo, ciclo-trimetilpropano, 3,3,5-trimetilciclohexilo, t-butilciclohexilo, t-butilo. Acrilatos de alquilo preferidos son acrilato de isooctilo, acrilato de 2-etilhexilo, acrilato de 2-etiloctilo, acrilato de n-butilo, acrilato de tetrahidrofurfurilo, acrilato de isobornilo, acrilato de etoxietoxietilo, acrilato de fenoxietilo, acrilato de 3,3,5-trimetilciclohexilo de acrilato de ciclohexilo.

Según otra forma preferida de realización de la composición de resina usada según la invención, el componente E se selecciona del grupo que comprende iniciadores de UV, iniciadores activables térmicamente e iniciadores redox.

Como iniciadores fotoactivables pueden usarse, por ejemplo, éteres de benzoína, tales como éter de benzoína-metilo, éter de benzoína-iso-propilo, éteres de benzoína sustituidos como el éter de anisoína-metilo, acetofenonas como 2,2-dietoxiacetofenona, acetofenonas sustituidas como 2,2-dietoxiacetofenona, 2,2-dimetoxi-2-fenilacetofenona y 1-fenil-2-hidroxi-2-metil-1-propanona, alfa-cetoles sustituidos, tales como 2-metil-2-hidroxi-2-propiofenona, cloruros de sulfonilo aromáticos y oximas fotoactivas tales como 1-fenil-1,1-propanodion-2-(O-etoxicarbonil) oxima.

Como iniciadores térmicamente activables se toman en consideración peróxidos orgánicos tales como peróxido de butilo terciario, peróxido de benzoilo y peróxido de laurilo, así como 2,2'-azobis(isobutironitrilo).

Las cantidades de empleo de los iniciadores antes mencionados son conocidos fundamentalmente por el experto en la materia y son, por ejemplo, de aproximadamente 0,01 a 8 % en peso, principalmente 0,5 a 5 % en peso, preferiblemente 1 a 3 % en peso.

Aparte de esto, la composición usada según la invención puede incluir además aditivos habituales. Para esto se toman en consideración, por ejemplo, materiales de relleno, estabilizantes, principalmente estabilizantes de UV, fungicidas, colorantes, pigmentos, catalizadores de polimerización, plastificantes y disolventes conocidos por el experto en la materia. Como catalizador de polimerización pueden usarse, por ejemplo, catalizadores de adición de isocianato conocidos *per se* tales como, por ejemplo, trietilamina, 1,4-diazabicyclo-[2,2,2]-octano, dioctoato de estaño, dilaurato de dibutilestaño u octoato de bismuto.

40 Según una forma particularmente preferida de la composición de resina usada según la invención, ésta contiene los componentes en las siguientes cantidades:

| | |
|---------------|--|
| Componente A) | 10 a 79,9 % en peso, principalmente 15 a 75 % en peso, |
| Componente B) | 20 a 89,9 % en peso, principalmente 25 a 85 % en peso, |
| Componente C) | 0 a 50 % en peso, principalmente 15 a 30 % en peso, |
| Componente D) | 0 a 35 % en peso, principalmente 10 a 25 % en peso y |
| Componente E) | 0,1 a 8 % en peso, principalmente 0,5 a 5 % en peso. |

El uso de esta composición se prefiere particularmente porque es adecuada de manera particular para la fabricación de láminas solares. De esta manera, esta composición combina una buena adhesión sobre los sustratos usados normalmente, posee una alta estabilidad a largo plazo frente influencias ambientales, es suficientemente flexible para compensar tensiones en la lámina y, además, puede tratarse de manera simple y rápida.

Otra composición de resina preferida según la presente invención se caracteriza porque los componentes A) y B) pueden almacenarse fundamentalmente por separado uno de otro, donde C), D), así como opcionalmente E) se agregan en premezcla según sea necesario a los componentes A) y B).

Otro objetivo de la presente invención se refiere a un procedimiento para la fabricación de una lámina solar que comprende al menos una celda solar con un lado anterior, un lado posterior y contactos de lado posterior conectados allí.

5 Otro objetivo de la presente invención se refiere un procedimiento para la fabricación de una lámina solar que comprende al menos una celda solar con un lado anterior, un lado posterior y contactos de lado posterior conectados allí, una placa de vidrio, así como una lámina de lado posterior, en cuyo caso el procedimiento incluye las siguientes etapas:

a) aplicar una composición de resina curable por radiación tal como se ha definido antes sobre la lámina de lado posterior y la placa de vidrio del módulo solar,

10 b) curar los recubrimientos por medio de radiación actínica

c) poner en contacto el lado anterior de la celda solar con la capa de resina generada sobre la placa de vidrio,

d) poner en contacto el lado posterior de la celda solar con la capa de resina generada sobre la lámina del lado posterior,

e) hacer pasar los contactos del lado posterior de la celda solar por la lámina de lado posterior,

15 f) introducir el composite de capas generado de esta manera a un laminador al vacío para retirar el aire atrapado y

g) curar parcialmente las funcionalidades restantes de isocianato y de OH de la composición de resina en el laminador al vacío a presión atmosférica reducida, con un pecado efectivo del lado anterior y posterior del elemento solar y encapsulamiento de la celda solar.

20 Una ventaja de los procedimientos según la invención consiste en que para la laminación no se requieren altas temperaturas. En consecuencia, no se requiere una carga térmica duradera del módulo solar hasta terminar el procedimiento de laminación.

25 Otro objetivo de la presente invención se refiere un procedimiento para la fabricación de una lámina solar que comprende al menos una celda solar con un lado anterior, un lado posterior y contactos de lado posterior conectados allí, una placa de vidrio, así como una lámina de lado posterior, donde el procedimiento incluye las siguientes etapas:

a) aplicar una composición de resina curable por radiación tal como se ha definido antes sobre la lámina de lado posterior del módulo solar,

b) curar los recubrimientos por medio de radiación actínica,

30 c) poner en contacto el lado posterior de la celda solar con la capa de resina generada sobre la lámina del lado posterior,

d) hacer pasar los contactos del lado posterior de la celda solar por la lámina de lado posterior,

e) aplicar una composición de resina curable mediante radiación sobre el lado anterior de la lámina solar obtenida según la etapa d),

35 f) poner en contacto el lado anterior de la celda solar con la placa de vidrio,

g) introducir el material compositor generado de esta manera en un laminador al vacío,

h) curar parcialmente las funcionalidades restantes de isocianato y OH de la composición de resina en el laminador al vacío a presión atmosférica reducida,

40 i) después de descargar del laminador, curar los enlaces dobles restantes de la composición de resina según la invención mediante radiación actínica por la placa de vidrio frontal imprimada con grupos reactivos por radicales libres y

j) pegado de la placa de vidrio con la matriz de resina y encapsulamiento de la celda solar.

45 De una manera ventajosa, en los procedimientos según la invención se efectúa el curado de la composición de resina de poliuretano por acción de radiación actínica, tal como radiación UV, radiación gamma o radiación de electrones y una polimerización que transcurre de manera independiente por medio de una reacción de los grupos OH con los grupos NCO.

Otro objeto de la presente invención se refiere a un procedimiento para la fabricación de una lámina solar que comprende al menos una celda solar con un lado anterior, un lado posterior y contactos de lado posterior

conectados allí, una placa de vidrio, así como una lámina de lado posterior, donde el procedimiento incluye las siguientes etapas:

- a) aplicar un pegamento sobre la lámina del lado posterior y/o el lado posterior de la celda solar,
- b) poner en contacto y pegar el lado posterior de la celda solar con la lámina de lado posterior,
- 5 c) hacer pasar los contactos del lado posterior de la celda solar por la lámina de lado posterior,
- d) aplicar una composición de resina curable por radiación, tal como se ha definido antes sobre el lado anterior de la lámina solar obtenida según la etapa c),
- e) curar la composición de resina por medio de radiación actínica,
- 10 f) proteger opcionalmente la celda plana encapsulada, obtenida según e) con otra lámina de lado frontal o placa de vidrio en un procedimiento de laminación al vacío y
- g) proteger opcionalmente la celda plana, encapsuladas, obtenida según e) mediante uno o varios otros recubrimientos con barniz.

El lado posterior de la celda solar se pega preferiblemente con una lámina de lado posterior o placa de vidrio que hayan sido preparados o limpiados superficialmente de acuerdo con procedimientos corrientes, activados equipados con propiedades de mejoramiento de adhesión, o con cualquier otro sustrato que proporcione estabilidad y protección adecuada frente a las influencias ambientales. Como pegamento son adecuados pegamentos corrientes, estables frente a la temperatura y a la intemperie como, por ejemplo, pegamentos fundidos reactivos, dispersiones de pegamento que pueden activarse por calor, pero también pegamentos de PVA y PSA a base de acrilato o silicona. La aplicación del pegamento puede efectuarse en este caso sobre la celda solar o también sobre la lámina o el sustrato. A continuación, el lado anterior de la estructura de la celda solar que se generó de esta manera se recubre con la composición usada según la invención, en cuyo caso se genera esta superficie plana o estructurada de manera dirigida. La celda solar recubierta se trata a continuación con radiación actínica, radiación de electrones o calor. La celda solar obtenida de esta manera puede pegarse opcionalmente con una placa de vidrio o una lámina transparente en un horno de laminado al vacío, o puede proveerse de uno o varios otros recubrimientos de barniz. Para el curado completo, la celda solar encapsulada, obtenida de esta manera, es almacenada durante 10-72 h a temperatura ambiente. Para un curado acelerado, el almacenamiento puede efectuarse incluso a temperaturas más altas hasta de 120 °C.

En una forma particular de realización también se usa la formulación de resina usada según la invención para pegar el lado posterior de la celda solar.

30 Una ventaja frente a los recubrimientos que se reticulan exclusivamente por radicales libres (UV) es que el procedimiento según la invención logra menos encogimiento, así como un curado confiable del recubrimiento incluso en zonas de sombra, lo cual es importante particularmente para la resistencia a largo plazo de los elementos ya que en la zona de sombra los componentes monoméricos no curados tienden a la migración, la formación de ampollas y algunas veces pueden causar el desprendimiento del recubrimiento.

35 La presente invención se refiere además a una lámina solar que puede fabricarse de acuerdo con un procedimiento según la invención.

Ejemplos:

La presente invención se explica más detalladamente en lo sucesivo por medio de un ejemplo de realización:

En el contexto del ejemplo de realización se usaron los siguientes productos químicos:

- | | | |
|----|-----------------------|---|
| 40 | Desmophen® C 1100: | policarbonato-poliéster alifático lineal, Bayer Material Science, Leverkusen (Alemania), |
| | Desmolux® XP 2513: | acrilato de uretano alifático insaturado, Bayer Material Science, Leverkusen (Alemania), |
| 45 | Desmolux® VP LS 2396: | acrilato de uretano con funcionalidad de isocianato, Bayer Material Science, Leverkusen (Alemania), |
| | IBOA: | acrilato de isobornilo, Evonik |
| | Irgacure® 2959: | iniciador de UV, BASF |
| | AMEO® T | mejorador de adhesión Evonik |

ES 2 750 379 T3

Para la preparación de una composición de resina según la invención primero se generan dos componentes que van a mezclarse entre sí inmediatamente antes de la aplicación. El primer componente comprende los siguientes ingredientes:

| Componente | Masa (g) | % en peso |
|-------------------|----------|-----------|
| Desmophen® C 1100 | 51,5 | 25,5 |
| Desmolux® XP 2513 | 65,0 | 27,7 |
| IBOA | 32,7 | 16,2 |
| Irgacure® 2959 | 5,9 | 2,9 |

- 5 Durante la preparación de este primer componente primero se diluye el Irgacure® 2959 en el acrilato de isobornilo (IBOA) y, a continuación, se mezcla con los otros componentes.

El segundo componente se compone solamente del acrilato de uretano con funcionalidad de isocianato:

| Componente | Masa (g) | % en peso |
|----------------------|----------|-----------|
| Desmolux® VP LS 2396 | 56,0 | 27,7 |

- 10 Para la fabricación de una lámina solar se mezclan los dos componentes cuidadosamente entre sí y se aplican sobre la lámina de lado posterior. El recubrimiento obtenido de esta manera se cura de modo actínico. A continuación, la celda solar se coloca sobre la lámina de lado posterior y se vierte con otra formulación de resina, en cuyo caso los contactos de lado posterior de la celda solar se hacen pasar a través de secciones correspondientes, provistas en la lámina de lado posterior. Sobre este composite de capas se pone la placa de vidrio imprimada con un mejorador de adhesión adecuado (por ejemplo, con aminosilano (AMEO® T Evonik)) sobre el lado enfrentado a la celda y a
- 15 continuación se transfiere a un aparato de laminación al vacío el cual evacua el aire presente para eliminar sin residuos inclusiones de aire entre las capas de pegamento y los elementos estructurales y, luego, se curan con ayuda de una lámpara de arco de UV.

- 20 Después del curado se obtiene un módulo solar que presenta una buena estabilidad mecánica, es resistente frente a las influencias de la intemperie y es fácil de fabricar. En este caso, el módulo solar también puede obtenerse en un procedimiento continuo.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Uso de una composición de resina curable mediante radiación que comprende al menos un compuesto con funcionalidad isocianato que comprende un grupo curable mediante radiación que se selecciona del grupo compuesto por grupos de vinilo, propenilo, alilo, éter vinílico, maleinilo, fumarilo, maleinimida, dicitropentadienilo, acrilamida y (met)acrilato, (componente A), y al menos un poliol (componente B) para la fabricación de láminas solares, que comprenden al menos una celda solar con un lado anterior, un lado posterior y contactos del lado posterior conectados allí, así como una lámina de lado posterior, donde la composición curable por radiación presenta al menos un iniciador (componente E).
- 10 2. Uso según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la composición curable por radiación presenta al menos un acrilato de uretano insaturado que no lleva grupos isocianato, (componente C) y al menos un componente (met)acrilato (componente D).
3. Uso según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el compuesto con funcionalidad isocianato presenta grupos de (met)acrilato.
- 15 4. Uso según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el compuesto con funcionalidad isocianato que presenta al menos un grupo curable mediante radiación se selecciona del grupo compuesto por grupos de vinilo, propenilo, alilo, éter vinílico, maleinilo, fumarilo, maleinimida, dicitropentadienilo, acrilamida y (met)acrilato, es un acrilato de uretano con funcionalidad de isocianato.
5. Uso según la reivindicación 4, **caracterizado porque** el acrilato de uretano con funcionalidad de isocianato presenta una funcionalidad NCO de 0,8 a 6.
- 20 6. Uso según una de las reivindicaciones antes mencionadas, **caracterizado porque** la composición de resina curable mediante radiación se encuentra libre de disolventes orgánicos con un punto de ebullición < 150 °C.
7. Uso según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el poliol presenta una funcionalidad OH de 1 a 6.
8. Uso según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el acrilato de uretano insaturado que no lleva grupos isocianato, (componente C), presenta una funcionalidad de enlace doble de 1 a 6.
- 25 9. Uso según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el acrilato de uretano insaturado que no lleva grupos isocianato, (componente C), es un acrilato de uretano alifático insaturado.
10. Uso según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el componente (met)acrilato (componente D) se selecciona del grupo compuesto por (met)acrilato de isobornilo, acrilato de tetrahidrofufurilo, acrilato de 2-etiloxilo, acrilato de 2-etilhexilo y acrilato de etoxietoxietilo.
- 30 11. Procedimiento para la fabricación de una lámina solar que comprende al menos una celda solar con un lado anterior, un lado posterior y contactos del lado posterior conectados allí, una placa de vidrio, así como una lámina de lado posterior, donde el procedimiento comprende las siguientes etapas
- a) aplicar una composición de resina curable mediante radiación según una o varias de las reivindicaciones 1 a 10 sobre la lámina de lado posterior y la placa de vidrio del módulo solar,
- 35 b) curar los recubrimientos por medio de radiación actínica
- c) poner en contacto el lado anterior de la celda solar con la capa de resina generada sobre la placa de vidrio,
- d) poner en contacto el lado posterior de la celda solar con la capa de resina generada sobre la lámina de lado posterior,
- e) hacer pasar los contactos de lado posterior de la celda solar por la lámina de lado posterior,
- 40 f) introducir en un laminador al vacío el composite de láminas generado de esta manera para retirar el aire atrapado y
- g) curar parcialmente las funcionalidades restantes de isocianato y OH de la composición de resina en el laminador al vacío bajo presión atmosférica reducida, y con ello pegar de manera efectiva el lado anterior y el lado posterior del elemento solar y encapsular la celda solar.
- 45 12. Procedimiento para la fabricación de una lámina solar que comprende al menos una celda solar con un lado anterior, un lado posterior y contactos de lado posterior conectados allí, así como una lámina de lado posterior, donde el procedimiento comprende las siguientes etapas
- a) aplicar una composición de resina curable mediante radiación según una o varias de las reivindicaciones 1 a 10 sobre la lámina de lado posterior del módulo solar,

- b) curar los recubrimientos por medio de radiación actínica
 - c) poner en contacto el lado posterior de la celda solar con la capa de resina generada sobre la lámina de lado posterior,
 - d) hacer pasar los contactos del lado posterior de la celda solar por la lámina de lado posterior,
- 5 e) aplicar una composición de resina curable por radiación sobre el lado anterior de la lámina solar obtenida según la etapa d),
- f) poner en contacto el lado anterior de la celda solar con la placa de vidrio,
 - g) introducir el composite de capa generado de esta manera a un laminador al vacío, y
- 10 h) curar parcialmente las funcionalidades restantes de isocianato y de OH de la composición de resina en el laminador al vacío bajo presión atmosférica reducida y
- i) después de descargar del laminador, curar los enlaces dobles restantes de la composición de resina según la invención mediante radiación actínica por la placa de vidrio frontal imprimada con grupos reactivos por radicales libres y
 - j) pegar la placa de vidrio con la matriz de resina y encapsular la celda solar.
- 15 13. Procedimiento para la fabricación de una lámina solar que comprende al menos una celda solar con un lado anterior, un lado posterior y contactos de lado posterior conectados allí, así como una lámina de lado posterior, donde el procedimiento comprende las siguientes etapas
- a) aplicar un pegamento sobre la lámina del lado posterior y/o el lado posterior de la celda solar,
 - b) poner en contacto y pegar el lado posterior de la celda solar con la lámina de lado posterior,
- 20 c) hacer pasar los contactos de lado posterior de la celda solar por la lámina de lado posterior,
- d) aplicar una composición de resina curable por radiación según una o varias de las reivindicaciones 1 a 10 sobre el lado anterior de la lámina solar obtenida según la etapa c),
 - e) curar la composición de resina por medio de radiación actínica,
- 25 f) opcionalmente proteger la celda encapsulada plana, obtenida según la etapa e), con otra lámina del lado frontal o placa de vidrio en un procedimiento de laminación al vacío y
- g) proteger opcionalmente la celda encapsulada plana, obtenida según la etapa e), por medio de uno o varios otros revestimientos con barniz.
14. Lámina solar fabricadas de acuerdo con un procedimiento según las reivindicaciones 11 o 12 o 13.